心流的实验诱发及其评估[1]

王歆睿　刘昌*

(南京师范大学心理学院，南京 210097)

摘要：心流是忘我的心理状态，指人沉浸于活动而产生的最佳体验状态。然而该领域的研究却一直饱受质疑, 如何有效诱发和评估心流是研究者亟需解决的问题。目前心流的实证研究已取得显著进展。例如，心流的实验诱发可结合自选方式、电子游戏和 VR 技术，增添任务参与的自主性和内在激励性，且文化活动是诱发心流的潜在路径，但效度仍待验证。未来研究应达成概念共识；从诱发条件到结果评估进行优化，从技能与挑战平衡的传统范式转变为更具有内在激励性的任务诱发心流，多方法综合评估心流；研究心流与创造力等认知表现的关系，以深入了解心流的认知机制。

关键词：心流；技能与挑战平衡；注意力；内在动机；自主体验

心流(Flow)是积极心理学的重要研究领域，目前已经有 40 多年的研究历史，然而国内有关该领域的评述并不多见。迄今为止，只有任俊等人(2009)在《心理科学进展》发表的“Flow 研究概述”一文，本文拟在该综述基础上进一步就心流具体的实验研究方法进行详细讨论，重点关注心流的两大问题：其一是心流的诱发，实验中如何有效诱发心流？其二是心流的评估，如何确保实验产生了心流？并基于此，提出了心流研究的问题及建议，为未来开展心流研究提供借鉴。

1 何谓心流？

心流研究旨在阐明为何人在没有物质激励的情况下投入某项活动(Csikszentmihalyi, 1975)。人因内在驱动力而完全投入于一项活动，使自我意识丧失、时间感扭曲、行动和意识融合，即使是高挑战性情境中也能排除不相关的想法，实现自我整合(Csikszentmihalyi, 2022)。心流有九大特征，三个特征是心流的前提条件：(1)技能与挑战平衡；(2)明确的活动目标；(3)即时的反馈。其余六个特征描述心流的主观状态：(1)行动和意识融合；(2)注意力高度集中；(3)对活动的控制感；(4)自我意识消失；(5)忘记时间或时间感被歪曲；(6)自发体

---

[1]本研究为国家社会科学基金项目（批准号：24BZJ003）阶段性成果。

通信作者：刘昌, E-mail: liuchang@njnu.edu.cn

验或对活动的内在奖励感知 (Jackson & Csikszentmihalyi, 1999; Kotler et al., 2022)。其中，心流最大特点是“忘我”。这种忘我状态是内在有益的心理状态，忘我过程结束后激发愉悦感，产生持续内在动机。尽管其他意识状态(如过度专注、冥想、正念、药物诱导和催眠状态)可能展现相似特征，但不同于心流。心流是独特的大脑网络激活模式(Kotler et al., 2022)，人处于心流时是清醒状态，注意力集中于任务目标，抑制无关刺激，从而提高效率(Csikszentmihalyi & Nakamura, 2018)。

心流是一种最佳体验状态，其诱发活动本身是有益的。心流的直接益处包括增进自我表达和自我实现，与增加创造力和幸福感密切相关(Chilton, 2013; Wang & Tian, 2024)。人完全参与其中，会在此后感到印象深刻和充满价值。如运动领域，老年人积极参与自己选择的休闲活动，感受到归属感、自我更新、改善自我形象等持久益处(Wang & Tian, 2024)。心流过程结束后所产生的愉悦感不同于简单快乐，心流能带来持续积极效应，对幸福感的积极影响比短暂满足和快乐更持久(Chilton, 2013; Wang et al., 2023; 韩布新, 王歆睿, 2022)。长期参与诱发心流的活动，有助于促进人的健康和持续幸福。Csikszentmihalyi (2022)将心流视为幸福的代名词，建议人们通过艺术创作等复杂活动获得持续的心流体验。艺术治疗师常用艺术创造帮助人进入心流，促进个人成长(Chilton, 2013)。艺术活动，尤其是文化艺术活动带来的心流能激发充满意义感的积极情感体验、实现个人成长，进而对心理健康和幸福产生持久影响(Wang et al., 2023; Stark et al., 2018; 韩布新, 王歆睿, 2022)。

有益的心流活动使人愿意主动参与，并沉浸于该活动中达到忘我的最佳体验状态，而活动结束后能激发愉悦感，使其再次主动选择参与活动，以此促进人长久健康和幸福体验。越来越多研究将“注意力高度集中的任务参与”和“继续参与活动的内在动机”视为心流的客观指标，认为这可以很好捕捉人是否产生了心流(Abuhamdeh, 2020)。原因有两点。其一，认知方面，心流的核心特征在于高度关注任务，这种深度注意力参与是心流的基础，包括行动和意识融合以及自我意识丧失。任务参与表示专注于活动的程度，能有效反应心流特征。其二，专注的任务参与是纯粹的认知现象，概念上并不具备愉快和激励性，所以还需要关注心流带来的内在动机(Abuhamdeh, 2020)。

值得一提的是，自主体验或内在奖赏体验(Autotelic experience)是心流的重要维度，指那些本身值得参与的活动，即心流体验本质是有益的(Jackson & Csikszentmihalyi, 1999)。Autotelic 源于希腊单词 autos(自我)和 telos(终点或目标)。相关研究用 Autotelic 表示心流的愉悦特征，Autotelic 与内在动机(Intrinsic motivation)的含义是同义词，这意味着活动体验激励着人们自发地继续做自己正在做的事情，强调人的主动选择意愿。内在动机是衡量心流的

有效标准，即询问参与者对活动的愉快和趣味感知，使其产生继续参与的持续意愿。其中，享受和兴趣的测量都很重要，兴趣是不同于享受的积极情绪(Abuhamdeh, 2020)。这暗示我们，感兴趣的活动更易诱发心流，因此选择诱发心流的活动，要考虑个体的兴趣和主动选择意愿，即关注人的个性化特征。而实验中采用自选参与活动的方式或许是增添主动性的方法。人自选活动不会觉得活动内容繁琐，可长时、频繁地乐此不疲，主动参与意愿较强的人往往投入更多并付出更多努力、体验的幸福感更多。

由此，心流的定义涉及“有益的心流活动”“主动参与意愿”“高度集中注意力”以及“持续参与的内在动机”。本文认为心流是一种忘我的心理状态，心流的具体表现是人沉浸于活动而达到最佳体验状态，同时，心流活动本身是有趣且对人有益，这促使人愿意主动参与活动并持续投入活动中体现了心流的积极作用，以此促进人长久的健康和幸福体验。心流的实验诱发中，除三个前提条件外，还需关注：(1)选择有益的实验任务；(2)人的主动选择意愿。心流的评估则要重点关注两个指标：(1)心流过程中，注意力高度集中的状态(忘我)；(2)心流结束后，产生持续参与的内在动机(乐此不疲)。

2 心流的诱发

2.1 基于技能与挑战平衡的实验设计

基于“平衡假说”提出的技能与挑战平衡(Skills-demands-compatibility)范式是心流研究的经典实验范式。挑战指实验任务要求的难度。心流的“平衡假说”认为，技能与挑战平衡的活动能诱发心流，并根据“技能-挑战匹配”划分了三种条件：高负荷/困难条件(任务难度大于技能水平)、平衡/心流条件(任务难度与技能水平匹配)、无聊/简单条件(任务难度小于技能水平)(Keller, Ringelhan, & Blomann, 2011)。实验流程是通过操纵任务难易以增加或减少进入心流状态的可能性，要求被试由简至难完成无聊、心流、高负荷三个条件，并通过心流问卷评估其诱发效果。若心流条件得分显著高于其他条件，则任务成功诱发了心流。

相关研究以“技能与挑战平衡”作为“诱发心流的前提”，设计了多种实验任务类型。例如，经典有趣的电子游戏，创设了三种条件：无聊条件，任务难度低、参与者失败可能性低；心流条件，通过计算机程序不断评估参与者任务表现，并自动调整任务难度以适应参与者表现，实现技能与挑战平衡；高负荷条件，实验任务困难，参与者成功可能性低(Keller, Ringelhan, & Blomann, 2011)。经典的游戏任务是俄罗斯方块游戏，要求参与者使用计算机键盘按键操纵方块的位置确保方块下落后能拼成完整线条，并通过方块下落速度操纵难度划分不同条件。心流条件，参与者可通过向下键加速方块下落速度，若参与者成功填充一定线条则难度

级别增加一级，而失败一定次数则难度级别降低一级(Keller, Bless et al., 2011; Yoshida et al., 2014)。然而，虽然电子游戏任务能成功诱导心流，但其结果可能是游戏的特有现象，难以推广至其他任务(Yoshida et al., 2014)。

类似的范式并未限制诱发心流的任务，枯燥无趣的任务也可诱发心流，包括心算任务、知识问题任务和视频学习任务(Keller, Ringelhan, & Blomann, 2011; Keller, Bless et al., 2011; Ulrich et al., 2014, 2015; Wang, Y et al., 2024)。心算任务要求被试在脑海里对两个或多个数字求和，并在屏幕键盘上尽可能准确和快速输入结果，其中心流条件的任务难度不断适应参与者技能，若连续两次结果均正确则难度增加一个级别，若连续两次结果不正确，则难度降低一个级别，否则难度保持不变(Ulrich et al., 2014, 2015)。知识问题任务以问题难度和正确率为衡量标准，无聊条件的问题简单、正确率高，高负荷条件的问题困难、正确率低，而心流条件的难度根据参与者表现(回答正确的数量)不断调整至平衡(Keller, Ringelhan, & Blomann, 2011; Keller, Bless et al., 2011)。视频学习任务要求大学生被试观看不同难度的学习视频。无聊条件的学习视频是小学阶段学过的《江雪》古诗；高负荷条件的视频是机器学习模型，大学生难以理解；心流条件的视频是运动生物力学中的“马格努斯效应”，学习的知识符合大学生技能水平，视频中均穿插 4 道选择题，并及时反馈答案，以满足诱发心流的条件(Wang, Y et al., 2024)。尽管这些任务成功诱发了心流，但能否扩展至其他任务仍待验证。

平衡假说推断，只要基于技能-挑战平衡，心流似乎是可以在各种活动中出现的现象，即使是令人厌恶的活动也能产生心流。此观点仍存疑。虽然研究已证明有趣的任务(电子游戏)、无趣的任务(心算和知识问题)均能诱发心流。但本文认为，不受人们喜爱、枯燥无趣的任务诱发心流忽视了人的自主选择性，该任务能否使人持续的投入高度注意力？能否增加参与者继续主动参与的内在动机，真正实现心流“乐此不疲”的特征？心流是一种自我体验，通常发生在人对自己行为有高度自我决定的情况，选择和自主性因素是心流的重要决定因素。由此，将“自选难度级别”作为诱导心流的新方式是可行的解决方法，自选方式为参与者提供了选择和主动性。de Sampaio Barros 等(2018)在传统的三个条件中增加了自主选择条件，即四种不同难度条件下(无聊、平衡、高负荷、自选)诱导心流，结果发现自选条件和平衡条件任务均诱发了更大的心流。虽然并未发现自选条件比平衡条件导致更多心流，但自选条件提高了任务重要性，激发了注意力资源参与，为诱发心流提供了新方式。另外，单纯的知识任务很难产生继续参与活动的内在动机，但知识任务与电子游戏结合的方法能增强趣味性，也是不错的解决方法。相关研究使用反网络钓鱼的计算机学习游戏诱导心流，学生正确回答反网络钓鱼问题才能获得奖励、完成学习任务。游戏系统界面有六类功能(用户识别、学习资

料、实例、游戏、论坛和排行榜)，目的是让学习者不断应对游戏挑战。学习过程中，学习者可尝试不同学习行为，如通过阅读学习资料、体验实际示例和游戏、使用论坛与同行讨论以获得网络钓鱼攻击相关知识，还能通过排行榜查看同龄人的学习成绩。挑战成功后，进行心流主观测量，使用“挑战”(你如何看待这项活动任务的挑战程度)和“技能”(你认为你的能力可以完成活动任务吗)问题测量学习者活动期间的心流，并基于此划分心流组、无聊组、高负荷组 (Sun et al., 2017)。另外，沉浸式 VR 技术的引入也为心流研究提供了新视角。VR 技术本身的沉浸特征能增加进入心流的可能性。如现场音乐会中的 VR 技术使参与者产生高心流体验，并影响情绪感知和后续行为 (Kim, H et al., 2023)。

尽管最佳平衡的技能与挑战被认为是诱发心流的重要途径，但并不意味着这种平衡存在时，总能体验到心流。我们需要注意，“技能与挑战平衡”是心流出现的必要不充分条件，仅根据技能与挑战平衡定义心流是不够的(Alameda et al., 2022)。影响心流的其他条件还包括活动重要性、任务内在动机的激励性、长时间不间断地执行、参与者个性特征等条件。例如，潜在失败的威胁阻碍心流，参与者认为该任务非常重要或任务成绩可能导致严重后果，即便达到技能与挑战平衡，也难以诱发心流。以心理学大学生被试为例，统计学是重要必修课，所以相比于玩游戏，被试学习统计学任务的心流更低，因为威胁自我的条件会阻碍内在动机。当然，这也可能受参与者个性特征影响，如高内隐成就动机者喜欢中等难度任务，更可能体验心流，而害怕失败者避免中、高难度任务，偏好简单任务，容易经历焦虑等负面情绪 (Engeser & Rheinberg, 2008)。

总之，基于平衡假说的研究范式在能否真正诱发心流问题上受到质疑，但学术界对技能与挑战范式的改进仍未停止，这些研究为未来的心流研究奠定了基础，提供了宝贵的实验证据。

2.2 基于被试特点的实验设计：专家和新手的研究

专家和新手的比较常用于研究“最佳控制表现”。专家和新手的技能水平本身就存在差异。神经效率假说认为，专家在认知任务中有更高效的大脑皮层功能。如体育运动(Li & Smith, 2021)、专业比赛(如国际象棋比赛)(Grabner et al., 2006)与其他艺术活动(如音乐演奏)(Gasparini, 2018；de Manzano et al.，2010)等领域，都观察到心流“专注而不费力”的结果特征，专家在认知任务中的大脑功能更为高效，完成任务的速度与准确性均优于新手。如执行运动特定任务时，专家任务完成速度更快、运动行为更准确，其大脑感觉运动皮层激活水平较低，能量消耗较少(Li & Smith, 2021)。从知识角度来看，专家有更高的专业知识水平，其完成任务时，大脑激活水平低、注意力更集中。正如国际象棋比赛中，高专业知识水平有

利于较好的任务执行(最佳认知表现)，且高效状态下的大脑功能显示皮层激活水平低(Grabner et al., 2006)。艺术活动方面，Gasparini(2018) 招募了音乐家被试(包括专业表演者、音乐老师和音乐专业学生)研究心流，心流任务是播放被试喜欢的音乐并演奏这首音乐，结果发现，音乐家能轻松进入心流状态，播放音乐并演奏是有效的心流生成任务。

想象范式和双任务范式被应用于专家和新手的心流研究。Wolf 等人(2015)采用 EEG 技术考察专家(专业乒乓球运动员)和非专家(乒乓球爱好者)在乒乓球意象运动中的心流体验。实验开始前用视频统一进行任务指导，强调研究重要性(标准化和诱发动机)，乒乓球想象任务要求参与者想象自己在打乒乓球，对视频中呈现的对手发球做出反应。结果发现，功能性半球不对称构成了乒乓球运动员心流体验和熟练心理运动表现的一种潜在神经生理学机制，半球差异可能表明自我参照和干扰性的减少，这是心流的关键特征。因此，最佳运动表现增强了外部注意力，并抑制了不相关的认知过程(自我参照、运动监测、干扰性想法)，这分别对应心流的两大关键特征“注意力高度集中”和“排除不相关干扰”(Wolf et al., 2015)。Wollseiffen 等人(2016)采用双任务范式，以超级马拉松为主要任务，算术问题为次要任务，要求 11 名马拉松运动员进行 6 次连续 1 小时的跑步。自我报告的结果显示心流水平在跑步第 1 小时后增加，然后下降，并在比赛剩余时间内保持相对稳定。其中第一个小时后感知到的心流增加，可能反映了对成就的积极感知。虽然次要任务的认知表现未发现统计学意义，但长时间运动任务不同于以往实验室环境中的短时间任务，3-15 分钟不等的短时间任务诱发的心流缺乏心流变化的时间信息，自然环境中长时间任务有更好的生态效度。当然，心流任务的时间长短存在争议，其他研究认为，时长较短的任务也能产生心流 (Ulrich et al., 2015; YueWang et al., 2023)。如 Y. Wang 等(2023)使用 16 个书法视频材料诱发心流，视频时长从 22 秒到 34 秒不等（平均时长为 26 秒），每个视频片段记录一个汉字的完整书写过程。Ulrich 等(2015)使用短至 30 秒的心算任务诱发心流，验证了短时间任务也能诱发心流。

类似的长时间双任务研究也被运用于电子游戏诱发心流的研究，主要任务是玩第一人称射击游戏(FPS 游戏)，同时随机呈现的系列听觉音调(哔哔声/蜂鸣声)为次要任务，要求参与者玩游戏时忽略与游戏无关的音调，游戏时长为 1 小时。根据参与者的技能表现(击杀次数-死亡次数)将其划分为专家和新手，并结合主观心流测验和客观听觉诱发电位(AEP)抑制评估心流。客观电生理评估(AEP 抑制)不会干扰受试者的认知过程，若被试处于心流状态，则会忽略与游戏无关的声音，即 AEP 在心流状态期间受到抑制。值得一提的是，该研究也认为操纵任务难易量化心流的研究，可能导致神经相关性分析的混淆(Yun et al., 2017)。

此外，相关研究也认为自主选择的方式更自然，并将其应用于专家和新手的研究。研究

探讨了游戏玩家和非游戏玩家玩电子游戏的心流，要求参与者自主选择他们觉得舒服的游戏等级开始游戏，并建议既不要选择太具挑战性的级别，也不要选择太容易的级别，以此增加参与者在游戏期间进入心流的可能性。结果表明，两组被试均产生了心流，即自主选择游戏等级方式诱发心流是可行的，非游戏玩家组倾向于选择低级别游戏，而游戏玩家组选择高级别游戏。研究还发现，心流体验与时间感知有关，高心流与较快的时间流逝、较好的游戏表现正相关；且心跳诱发电位(HEP，反应自我意识的指标)可作为心流的客观测量指标之一，心流与 HEP 振幅正相关，心流过程中因专注于正在做的事情、自我意识丧失，导致更高的 HEP 振幅(Khoshnoud et al., 2022)。

总之，基于被试特点的研究范式(以专家和新手为被试)是研究心流的有效途径，但因难以招募专家样本，且样本量较小，结果推广存在问题。所以需要从心流诱发任务上寻找出路。

2.3 基于心流任务本身的实验设计：完成任务本身具有心流特征

以往研究倾向于将心流视作全或无的体验，但艺术活动中，心流是在一个连续体上变化、用来衡量体验质量的变量(de Manzano et al., 2010)。大多数研究基于平衡假说，通过比较不同难度的实验条件研究心流的神经活动，这样的实验设计受其他额外变量影响(如任务难度)，无法将大脑活动与心流体验联系。因此，相关研究直接将具有心流特征的文化、艺术类活动视为心流诱导任务，例如钢琴演奏、书法、小说阅读等任务。

专业艺术领域，de Manzano 等人(2010)研究了钢琴演奏的心流体验，要求专业钢琴家选择并演奏一首其喜欢的乐曲。表演者可自由选择与其技能水平和目标相匹配的曲目，表演任务本身带有即时的反馈，而流畅的表演很大程度上取决于一定程度的动作意识融合、注意力控制，专注表演使他们体验到时间感的流逝和高度的满足感。演奏体现的心流特征均说明钢琴演奏适合作为心流诱导任务，此类任务不仅满足实现高心流的基本要求，还培养了参与者的专注力，有助于产生最佳体验。

书法作为另一项文化活动，也展现出诱发心流的特质。书法写作属于参与式艺术，强调艺术创作而非艺术观察，且书法本身是高度复杂的技能学习任务(Noice et al., 2014)，影响感知觉与认知功能。书法任务将心流作为连续变量进行测量，在一个维度范围内讨论心流的神经相关性，并使用心流分数衡量艺术活动的体验质量。Y. Wang 等人(2023)通过书法想象任务诱发心流。书者书写时，往往会仔细阅读范本，提前构思好点画、结构，即“意在笔先”，然后作字，书写想象范式与真实书写非常接近，要求被试观看书法视频的同时轻微移动右手跟随视频一起书写，并将自己代入视频中想象自己正在进行真实书写。有趣的是，书写任务选择了“楷书”与“草书”，楷书和草书本身带有不同程度的挑战色彩，草书书写的挑战性大于

楷书，体现书法的多样性特征，即书法的多样性使人能在书法学习的不同阶段达到动态的技能-挑战平衡。此外，体验到的乐趣有助于增强练习书法的动力，是持续参与的内在动机。fMRI 的结果也证实了高效活动的脑网络是心流典型特征，高心流与低能量消耗的大脑活动模式相关，具体表现为背侧注意网络内部的激活降低，以及网络之间功能连接降低。书法活动中，大脑处于忙碌、专注且高效的状态，体现心流“专注而不费力”的特点(Wang, Y et al., 2023)。类似地，诗词欣赏等文化相关活动也是可能的心流诱发任务。基于此，研究心流将有助于开展有关中国传统文化心理学的研究（如庄子心理学思想）。

其他诱发心流的活动还包括小说阅读。小说阅读本身体现心流的九大特征，具体如下：一是意识和行为的融合。阅读过程中，读者意识与其对故事世界的心理模型融合，完全沉浸于故事叙事；二是注意力集中于当前任务，读者注意力专注于文本叙述，忽视现实世界中的无关刺激；三是自我意识丧失，也称自我超越。读者放下自身观点，感受故事人物的思想和动机；四是时间感失真，读者沉浸于书中，感知时间流逝更快；五是对自身技能的掌控感。对于阅读来说，可表现为理解叙述的能力感；六是感知到的技能与挑战平衡。阅读中为达到“流畅阅读”效果，会自动匹配能力与需求平衡的感知，寻找适合自身的阅读类型；七是明确的目标。阅读时认知图式激活，目标是成功构建心理故事；八是及时的反馈。读者通过不断阅读文本信息整合更新心理故事模型；九是对活动本身的内在享受。阅读是对自身有益的活动，增强了读者继续阅读的动力(Thissen et al., 2021)。所以，心流是阅读乐趣重要体验之一，阅读活动本身就具备心流特征，相关研究也证实了自选阅读的方法能诱导心流(Thissen et al., 2018, 2021)。自选阅读任务要求参与者自选小说并阅读 20 分钟，阅读结束后完成心流测量。结果发现，自选阅读的方式能让读者挑选的小说难度级别适合他们技能，产生高心流体验。自选阅读小说既没有让读者感觉无聊，也没有感受压力，而是感受到了最佳阅读体验(即技能与阅读挑战相平衡)，积极投入阅读并愿意在闲暇时间重复参与阅读。此外，结果还发现，略低于最佳挑战性的文本，心流也很高，验证了心流主要发生于最佳挑战性条件，但并不完全都发生于最佳挑战性条件。非最佳挑战的书籍仍可吸引不同读者，或者在某些情境下非最佳挑战的书籍会变得有吸引力，例如，喜欢高挑战性书籍(如科普类)的读者，出于放松目的阅读时可能会选择休闲类书籍(如小说类)(Thissen et al., 2018)。通过自选阅读的方法诱导心流，解决了心流体验的个性化差异问题。心流是动态变化过程，会因时间、情况和个人特征而变化, 由于心流的高波动性，所以心流干预需要个性化干预，重视人的主动参与和心流的自适应性(Bartholomeyczik et al., 2024)。

当然，除自选阅读材料的方式实现最佳阅读表现外，还可根据阅读材料本身特征——“不

同可读性”诱发最佳阅读表现，实现流畅阅读的心流体验。如 Thissen 等人(2022)根据小说材料的文本可读性设置了三种条件，阅读内容为荷马史诗《奥赛德》其中的一章，根据不同年代翻译版本将阅读材料划分为低可读性(1985 年翻译的旧散文，多为长难句)、中等可读性(2010 年翻译的散文)、高可读性(2010 年翻译的白话文)条件。以阅读材料的可读性特征实现技能与挑战平衡。研究结果证实了可读性能诱导心流，高中低可读性的阅读材料具有不同的认知挑战，高可读性条件的参与者认为文本易于阅读，低可读性条件的参与者认为文本相当困难。然而，与以往平衡假说的研究结果不一致，参与者在三种条件下均报告经历了心流，一方面可能说明了该阅读任务本身就能诱发心流，另一方面，可能反应了除阅读可读性之外的影响因素，如读者技能、阅读动机、兴趣、个人偏好等个体差异，这些因素均可能影响读者对阅读的主观评价，从而诱导心流。尤其是读者的动机和专业知识相关因素可能导致心流增加，使得读者在不理想的阅读条件下也能产生心流。这也进一步说明，简单的技能与挑战平衡诱发心流的实验设计并不可取。当我们完成技能与挑战匹配任务时，心流可能不会出现。

需要强调的是，尽管上述研究已证明文化活动是诱发心流的有效手段，但直接使用文化任务诱发心流，结果的产生可能是文化任务本身导致，而非心流。此外，心流诱发任务本身必须是有益的。有研究提出用“咖啡因”刺激动机(“想要”)、降低努力厌恶，促进心流。认为咖啡因能改变网络活动、提高警觉性，提升专注力，通过副交感神经增加高频心率变异性促进心流，且咖啡因有利于治疗注意力缺陷和多动障碍(ADHD)，故可以测试咖啡因能否诱发 ADHD 患者的心流，以及在动物模型中研究咖啡因能否诱发心流(Reich et al., 2024)。本研究认为这并不可取、缺乏控制感。“咖啡因”具有刺激中枢神经的功能，有成瘾性，影响人的控制感和归属感，将“咖啡因”作为诱导心流的条件，虽然能让人产生愉悦感和“想要”的动机，但并不具备成全性。心流诱发任务本身须是有益的，且心流状态是忘我，心流过程中不会产生任何情绪，而是在心流过程结束后产生愉悦感。有益的活动有助于增强内部动机，乐此不疲、主动选择继续参与相关活动。如苏东坡等著名诗人属于“艺术成瘾者”，其创作诗词过程本身是有益的，且创作结束后能使人（作者和读者）均感受到愉悦和圆满。文化活动是获得持续心流体验的最佳途径，值得研究、开发、标准化后推广(韩布新, 王歆睿, 2022)。所以研究应关注对人有益的活动，文化、艺术、体育类心流活动能激发充满意义感的积极情感体验、具有内在激励性，这些活动产生的心流体验更可能导致持续的积极作用，长期参与诱发心流体验的活动，有利于持续的快乐，进而影响健康和幸福。

总之，从技能与挑战平衡的传统实验范式转变为更具有内在激励性的任务是未来研究的重要方向。未来需要设计理想的心流诱发活动，探索心流带来的持久积极效应。优秀传统文

化类活动是潜在心流路径。文化认同是干预基础，本土化的心流活动干预，更符合中国地域特征，有助于能增进个人成长和自我提升，实现最佳心理状态、主动健康。

3 心流的评估

心流评估方法包括主观量表、客观行为指标以及神经电生理指标的测量。首先，实验中常用的经典心流量表包括简版心流状态量表(Short Flow State Scale，S-FSS)和心流特质量表(Short Dispositional Flow Scale，S-DFS)，依据心流理论的九大特征编制而成，分别包含 9 个题项，心流状态量表测量个体体验心流过程的一般倾向性，要求参与者根据刚刚完成的特定活动回答问题，而心流特质量表测量个体在特定情境下的心流体验，要求参与者考虑不同情境和时间情况下（如工作或休闲时）完成特定活动回答问题(Jackson et al., 2008; 任俊等, 2009)。也有研究者结合实验任务，编制了特定任务的简版心流问卷。如心算任务的心流问卷，测量内容包括专注度、参与度、享受度、感知到的技能与挑战匹配度、控制感、时间感知、活动的深度参与(Ulrich et al., 2014, 2015)。此外，还有量表只包括部分心流特征或新的心流相关特征，而非整体心流，用于测量特定领域或活动中的心流(Moneta, 2012)。如工作心流量表仅衡量三个心流维度特征：全神贯注、工作享受和内在工作动机(Bakker., 2008)；阅读心流量表包括全神贯注、参与享受、流利度三个维度，且涉及认知参与、识别、存在、悬念等多维度阅读体验(Thissen et al., 2018，2021)。

虽然大量研究基于主观报告测量证实了心流的六大现象学特征(完全专注、行动与意识融合、时间失真、自我意识消失、控制感、自主体验)，但仍存在主观测量工具有效性问题，还需系统地、实验性地确认心流过程中六大特征的存在。自我报告的测量无法证实以下五个问题：(1)无法鉴别心流与无聊、超负荷状态下的区分能力，如心流和超负荷条件，任务参与度都显示增加(Ulrich et al., 2014)。多高的心流自我报告得分能表明此人确实在体验心流？大多研究认为是心流状态的分数高于量表中点，但心流得分具体上限和下限区间是多少？并非所有心流状态都相同，如高挑战-高技能条件的心流水平比低挑战-低技能更强烈。所以心流问卷虽然可从活动中推断是否经历心流，但无法测量该活动中的心流强度(Kotler et al., 2022; Moneta, 2012)。(2)单独来看，心流特征中的每一个特征具体都受到了多少影响？根据情境和个人因素，任务对心流九大特征维度的影响不同。相关研究强调应分别评估心流的九个维度层面，而不是作为一个整体分数评估心流 (Guyon et al., 2022; Kotler et al., 2022; Moneta, 2012;Sinnamon et al., 2012)。如研究调查了音乐专业学生完成私人表演和公开表演时的心流维度差异，发现不同执行情境对心流维度的影响差异很大，随表演焦虑水平的增加，“专注

力”“控制感”“自主体验”显著下降；此外，公开表演的“明确反馈”“自我意识丧失”随表演焦虑的增加而显著降低，且公开表演的“控制感”明显低于私人表演(Guyon et al., 2022)。其他研究也发现了心流各维度得分不一致问题。音乐专业学生完成音乐表演考试后的整体心流得分很高，但“动作和意识融合”“自我意识丧失”“控制感”维度得分较低(Sinnamon et al., 2012)。所以，心流测量不能简单使用总体得分指标。心流虽有明确定义，但定义的所有特征并非彼此独立，而是在心流产生过程中相互作用，所以简单将具有心流特征的测量项目得分相加作为心流指标不可取(Ulrich et al., 2014)。(3) 活动中感知到的技能与挑战比例如何影响心流尚未可知。最佳技能与挑战的比率受情境和个人差异影响，不同比率可能导致不同类型的最佳体验，“中技能-高挑战”和“高技能-中挑战”也可能产生心流(Moneta, 2012)。如研究在参与者玩电脑游戏时动态操纵技能-挑战比率，发现轻微的超负荷条件能产生心流(Baumann et al., 2016)；阅读小说时，轻微超负荷条件（读者技能略低于挑战的小说）也会引发心流体验(Thissen et al., 2018)。(4) 靠活动后回忆心流状态下感知到的挑战与技能水平，容易受记忆效应影响扭曲报告结果(Moneta, 2012)。(5)通过衡量不同条件下产生的时间感知差异估计心流状态并不准确，时间差异可能由于任务难度（过难或过易）引起，而非产生了心流 (Ulrich et al., 2014)。如研究者在超负荷和心流条件下均观察到低时间估计，除了可能是由于超负荷条件下知识任务的时间压力增加，也可能是任务特征（任务过难）引起的时间感知差异，而这些任务特征不一定与任务参与期间的积极体验相关(Keller, Ringelhan, Blomann., 2011)。基于此，不少研究质疑仅通过主观测量的方式难以验证真正诱发了心流，所以客观评估心流的产生很重要，研究者要在不完全中断心流体验的情况下捕捉心流的波动。

其次，心流特征的行为指标主要包括注意力和内在动机。(1)注意力的行为指标。研究多以双重任务范式间接测量心流的注意力特征，通过参与者在次要任务中的准确率和反应时衡量。双重任务范式的假设是：无聊和高负荷条件下，个体注意力更有可能从任务中脱离、关注不相关的刺激，所以双任重务范式中的次要任务反应时间是注意力资源的有效衡量标准，若被试关注主要任务越多，则次要任务关注越少、反应时更长(Khoshnoud et al., 2020)。心流条件下，次要任务的反应时更长、准确率更高，体现了心流“专注且高效”的关键特征。Huskey等人(2018)使用双重任务范式研究心流，结果发现心流条件下的心流得分最高、次要任务反应时间最长，即心流条件下对主要任务的注意力需求高。Núñez 等人(2019)也将三种不同难度的游戏任务设置为主要任务，次要任务是听觉任务，要求参与者在听到异常声音时尽可能快速和准确地做出反应，同时牢记主要任务是游戏。结果发现，次要任务的行为指标(反应时和准确率)在心流和非心流条件下存在差异，心流条件下，被试对次要任务的反应时更长、

错误率更高(Núñez et al., 2019)。(2)内在动机的行为指标。心流研究"什么促使人在某些活动上投入更多时间"。所以心流体验后的内在动机很重要，而内在动机产生的原因可能源于心流结束后激发的愉悦感。已有研究强调了书法写作诱发心流结束后产生的愉悦情绪，愉悦情绪来自于心流状态下高效的皮层活动以及负责情感的眶额情感回路，心流体验越强烈，愉悦情绪越多，更积极的情绪意味着投入更多的练习，从而启动积极的反馈循环(Wang, Y et al., 2023)。故心流可概念化为重复活动参与的动机(Thissen et al., 2018)。相关研究使用自我选择任务参与的行为指标评估内在动机，即自由选择的情况下决定是否继续进行相关活动，且所做的选择没有任何外部奖励作为激励，这被认为是内在动机最有意义的衡量指标。具体测量方法为实验中设置"自由选择时间段"，问卷调查结束后，要求参与者记住一个单词列表，并告知其是为了评估记忆力，编码和回忆单词列表之间需要 5 分钟时间间隔。参与者可在 5 分钟内自由选择他们想做的事，选项包括：①再次完成计算机化的知识任务；②阅读桌上提供的杂志；③不做任何事。研究结果将"重新参与知识任务的选择"视为内在动机的行为测量(Keller, Ringelhan,& Blomann, 2011)。

最后，相关研究使用 fMRI、时间相关电位(ERP)、脑电图(EEG)、心率变异性 HRV 和唾液皮质醇等技术检测心流。但这些研究存在下述问题：一是样本量太小。小样本量可能导致低统计功效，容易忽视潜在关系 (Wang, Y et al., 2023)。如相关研究只招募了 8 名大学生参与研究(Keller, Bless et al., 2011)。二是性别失衡，如相关研究被试分别为 27 名和 23 名全男性参与者，导致了性别失衡，降低了研究普遍性(Ulrich, M et al., 2014, 2015)。三是结果解释多元化、反推因果时需谨慎。产生心流可能有多元化解释，技能与挑战匹配不一定出现心流。即使技能-挑战平衡范式产生了心流，也不能得出结论，心流状态下观察到的大脑活动变化是由于心流(Alameda et al., 2022)。如研究发现 HRV(心率变异性)降低与心流相关，认为 HRV 降低可能反映了心流条件下的高任务参与度，但也可能表明导致了精神疲劳而产生的精神压力，所以后续任务的表现较低(Keller, Bless et al., 2011)。四是使用便携式设备测量大脑活动。实验室环境影响生态性结果，例如书法艺术活动包括手指、手腕和手臂的运动，还包括大篇幅书写的整个身体运动，无法在 fMRI 环境中进行充分研究(Wang, Y et al., 2023)。采用便携式设备(如可穿戴的 Dry-EEG 耳机)和建模方法有助于探索心流的认知神经机制(Alameda et al., 2022)。五是尚不清楚心流如何随脑网络活动的变化而变化。心流的神经机制不适合用特定大脑区域或单一的大脑活动解释，针对不同活动类型或者活动不同阶段，心流的神经基础可能并不完全相同(Wang, Y et al., 2023)。

总之，心流研究需要整合和标准化现有测量方法，以更准确地捕捉心流体验的动态变化。

建议使用主观测量和客观实验室测量(包括行为指标测量、心电图、脑电等测量技术)结合的方式综合评估实验是否诱发了心流。

4 需要进一步讨论的问题

4.1 操作性概念问题

通过讨论前文介绍的三种心流诱发范式，不难发现它们在操作化概念上的不同内涵。例如：(1)基于技能与挑战平衡的实验设计认为平衡技能与挑战，就能实现心流；(2)专家与新手的实验设计认为专家完成任务的表现更好、更高效，有更多心流体验；(3)通过特定任务诱发心流的实验设计认为，心流体验是连续动态变化的过程，特定任务能诱发心流，换句话说，特定任务自身的多样性特点(如书法多样性)使人能在完成任务的不同阶段达到动态的技能与挑战平衡，实验设计关键在于选择合适的心流诱发任务。

目前尚未建立对心流的操作化共识（缺乏标准的操作化流程），不同研究的操作化差异很大。由于缺乏统一的操作性定义，导致了不同研究结果的相互矛盾。比如，Harmat 等人(2015)使用 fNIRS 监测了被试玩俄罗斯方块游戏的心流状态，研究结果就与 Dietrich(2004)提出的心流额叶减弱假说不一致。额叶减弱假说认为心流是额叶减弱的短暂状态，即心流中主观上毫不费力的表现依赖于几乎不需要明确控制的自动化技能，但该研究的 fNIRS 数据并不支持计算机游戏期间的心流与额叶脑区活动减少相关的假设，可能原因是心流的神经机制因任务而异，俄罗斯方块游戏涉及高度不可预测和快速在线决策，此类任务要求认知控制，需要额叶活动，而其他更可预测和自动化任务期间，心流体验可能伴随执行低认知系统活动(Harmat et al., 2015)。而 Thissen 等人(2022)研究发现阅读过程中，发现了被试在不同难度的阅读材料中均经历了心流，与平衡假说结果不一致，平衡假说认为只有技能与挑战平衡才会获得心流。也就是说，心流的不同操作化定义下产生的不同心流诱发任务使实验彼此分离，无法合力对心流研究做出贡献。因此，应当建立一个共识框架，统一并标准化心流操作性概念，确保不同实验间的可比性与有效性。

4.2 心流与其他认知状态的关系问题

现有研究证实了心流的重要作用，但心流与其他认知状态有何区别或相似之处暂无定论，心流状态如何影响其他认知表现的结论仍缺乏共识。例如，心流与创造力、动机、合作、幸福感等之间的关系有待深入探讨。未来研究需要关注心流状态对认知表现的影响，如创造力、动机、合作与协作、福祉、意义和目的、欣赏自然/环境意识、同理心、毅力和倦怠、直觉、感知(Kotler et al., 2022)。相关研究指出，心流状态下，个体能突破固有思维模式，促进创新

与创造(Chilton, 2013)，而认知负荷与感知表现对学习心流的影响也备受关注(王舒，2020)。个体投入某项任务时，必定会产生某种程度的认知负荷，随即调动某种程度的认知资源。一旦投入认知资源，便有机会进入心流状态(Barros et al., 2018)。除此之外，其他研究认为讨论和互动(合作与协作)也可能是心流状态下学习高效的原因。心流组的学习者在与同龄人讨论和互动后，会通过再次阅读材料来验证信息(内化知识)，这可能是心流状态下学习高效的原因(Sun et al., 2017)。所以心流状态对认知表现的影响值得关注。

此外，心流的神经机制表现为功能同步的大脑状态(如注意力认知控制和奖励网络的功能同步)，积极的注意网络(高度专注)与消极的认知状态(迷幻状态)同时激活，体现心流“专注而不费力”的典型特点(Kotler et al.,2022; Csikszentmihalyi & Nakamura, 2018)，此激活过程与心流的现象学特征(如自我意识减弱、时间感知失真、行动和意识融合)同时发生。同样，认知神经结果观察到的“专注而不费力”对应心流的两大现象学特征“轻松(自动处理)和赋权(控制感)”，其中心流的高控制感可以理解为“习得性力量”，与习得性无助相反，可能是增加心理韧性和创伤后成长的重要因素。心流和创伤后成长可能共享潜在神经机制，两者均是在挑战性/压力条件下产生的“积极压力”(Eustress)而非“有害的压力(distress)”。所以，将心流置于更广泛的框架中，与其他认知状态(如 PTSD、迷幻状态、成瘾行为等)进行比较和解释，将有助于深入理解心流的认知机制(Kotler et al., 2022)。

综上，心流作为一种忘我的心理状态，与健康和幸福体验密切相关，目前已广泛应用于文化艺术、体育、工作、学习和教育等领域。本文关注心流的实验诱发及评估方法，并在此提出几点建议。首先，未来研究应优先选择有益且具有内在激励性的文化艺术任务诱发心流，从文化差异角度出发，应首选本土化的文化类任务诱发心流。其次，实验设计需考虑参与者的自主性，实验任务与被试的天赋、兴趣和才能相匹配，可增加参与者主动参与的可能性。主动完成任务不同于被动完成任务，主动选择任务强调人的主观努力，有更强的内在动机。可采用自选任务、结合电子游戏和 VR 技术增添趣味性和主动性，促进参与活动的内在动机。再次，多方法结合综合评估心流，尤其要关注两点：一是捕捉诱发心流任务过程中的注意力指标，二是捕捉心流过程后产生的内在动机。最后，未来可进一步探讨心流与其他认知状态的关系，以深入了解心流的认知机制。

参考文献：

任俊, 施静, 马甜语. (2009). Flow 研究概述. *心理科学进展,17*(01):210-217.

韩布新, 王歆睿. (2022). 心流至兴盛：全面幸福的综合模型. *苏州大学学报(教育科学版), 10* (02): 83-94.

王舒, 殷悦, 王婷, 刘国芳, 罗俊龙. (2019). 教学设计中的成绩表现和心流体验:基于认知负荷视角. *心理发展与教育, 35* (03): 329-337.

Abuhamdeh, S. (2020). Investigating the "flow" experience: Key conceptual and operational issues. *Frontiers in psychology, 11,* 158.

Alameda, C., Sanabria, D., & Ciria, L. F. (2022). The brain in flow: A systematic review on the neural basis of the flow state. *Cortex, 154,* 348-364.

Bakker, A. B. (2008). The work-related flow inventory: Construction and initial validation of the WOLF. *Journal of vocational behavior, 72*(3), 400-414.

Bartholomeyczik, K., Knierim, M. T., Weinhardt, C., Oettingen, G., & Ebner-Priemer, U. (2024). Capturing Flow Experiences in Everyday Life: A Comparison of Recall and Momentary Measurement. *Journal of Happiness Studies, 25*(6), 66.

Chilton, G. (2013). Art Therapy and Flow: A Review of the Literature and Applications. *Art Therapy, 30*(2), 64-70.

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.

Csikszentmihalyi, M. (2022). Flow: Component of a Good Life. *Positive Psychology: An International Perspective,* 193-200.

Csikszentmihalyi, M., & Nakamura, J. (2018). Flow, altered states of consciousness, and human evolution. *Journal of Consciousness Studies, 25*(11-12), 102-114.

de Manzano, O., Cervenka, S., Jucaite, A., Hellenas, O., Farde, L., Ullen, F., 2013. Individual differences in the proneness to have flow experiences are linked to dopamine D2-receptor availability in the dorsal striatum. *Neuroimage 67,* 1–6.

de Manzano, O., Theorell, T., Harmat, L., Ullen, F., 2010. The psychophysiology of flow during piano playing. *Emotion 10* (3), 301–311.

de Sampaio Barros, M. F., Araújo-Moreira, F. M., Trevelin, L. C., & Radel, R. (2018). Flow experience and the mobilization of attentional resources. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 18,* 810-823.

Engeser, S., & Rheinberg, F. (2008). Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. *Motivation and emotion, 32,* 158-172.

Gasparini, J. M. (2018). *An Electroencephalographic (EEG) Study of Hypofrontality during Music Induced Flow Experiences*. Northcentral University.

Grabner, R. H., Neubauer, A. C., & Stern, E. (2006). Superior performance and neural efficiency: The impact

of intelligence and expertise. *Brain research bulletin, 69*(4), 422-439.

Guyon, A. J., Hildebrandt, H., Güsewell, A., Horsch, A., Nater, U. M., & Gomez, P. (2022). How audience and general music performance anxiety affect classical music students'flow experience: a close look at its dimensions. *Frontiers in psychology, 13*, 959190.

Harmat, L., de Manzano, Ö., Theorell, T., Högman, L., Fischer, H., & Ullén, F. (2015). Physiological correlates of the flow experience during computer game playing. *International Journal of Psychophysiology, 97*(1), 1-7.

Hohnemann, C., Engel, F., Peifer, C., & Diestel, S. (2024). Trajectories of mindfulness, flow experience, and stress during an online-based MBSR program: the moderating role of emotional exhaustion. *Frontiers in Psychology, 15,* 1385372.

Huskey, R., Wilcox, S., & Weber, R. (2018). Network neuroscience reveals distinct neuromarkers of flow during media use. *Journal of Communication, 68*(5), 872-895.

Jackson, S. A., & Csikszentmihalyi, M. (1999). Flow in sports: The keys to optimal experiences and performances. *Sociology of Sport Journal, 31*(3), 417-418.

Jackson, S. A., Martin, A. J., & Eklund, R. C. (2008). Long and short measures of flow: The construct validity of the FSS-2, DFS-2, and new brief counterparts. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 30*(5), 561-587.

Keller, J., Bless, H., 2008. Flow and regulatory compatibility: an experimental approach to the flow model of intrinsic motivation. *Pers. Soc. Psychol. Bull. 34* (2), 196–209.

Keller, J., Bless, H., Blomann, F., & Kleinböhl, D. (2011). Physiological aspects of flow experiences: Skills-demand-compatibility effects on heart rate variability and salivary cortisol. *Journal of Experimental Social Psychology, 47*(4), 849-852.

Keller, J., Ringelhan, S., & Blomann, F. (2011). Does skills–demands compatibility result in intrinsic motivation? Experimental test of a basic notion proposed in the theory of flow-experiences. *The Journal of Positive Psychology, 6*(5), 408-417.

Khoshnoud, S., Alvarez Igarzábal, F., & Wittmann, M. (2022). Brain–heart interaction and the experience of flow while playing a video game. Frontiers in Human Neuroscience, 16, 819834.

Kim, H., Kim, S. E., Park, K., & Tennessee, S. (2023). Exploring the role of flow experience and telepresence in virtual reality (VR) concerts. *Journal of Travel & Tourism Marketing, 40*(7), 568-582.

Kotler, S., Mannino, M., Kelso, S., & Huskey, R. (2022). First few seconds for flow: A comprehensive proposal of the neurobiology and neurodynamics of state onset. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 143,* 104956.

Li, L., & Smith, D. M. (2021). Neural efficiency in athletes: a systematic review. *Frontiers in Behavioral*

Neuroscience, 15, 698555.

Liu, P., Zhang, Y., & Liu, D. (2022). Flow experience in foreign language writing: Its effect on students' writing process and writing performance. *Frontiers in Psychology, 13,* 952044.

Moneta, G. B. (2012). On the measurement and conceptualization of flow. *Advances in flow research,* 23-50.

Noice T, Noice H, Kramer AF. Participatory arts for older adults: a review of benefits and challenges. *Gerontologist. 2014:54*(5):741–753.

Núñez Castellar, E. P., Antons, J. N., Marinazzo, D., & Van Looy, J. (2019). Maping attention during gameplay: Assessment of behavioral and ERP markers in an auditory oddball task. *Psychophysiology, 56*(7), e13347.

Reich, N., Mannino, M., & Kotler, S. (2024). Using caffeine as a chemical means to induce flow states. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews,* 105577.

Sinnamon, S., Moran, A., & O'Connell, M. (2012). Flow among musicians: Measuring peak experiences of student performers. *Journal of research in Music Education, 60*(1), 6-25.

Stark, E. A., Vuust, P., & Kringelbach, M. L. (2018). Music, dance, and other art forms: New insights into the links between hedonia (pleasure) and eudaimonia (well-being). *Prog Brain Res, 237,* 129-152.

Sun, J. C. Y., Kuo, C. Y., Hou, H. T., & Lin, Y. Y. (2017). Exploring learners' sequential behavioral patterns, flow experience, and learning performance in an anti-phishing educational game. *Journal of Educational Technology & Society, 20*(1), 45-60.

Thissen, B. A., Menninghaus, W., & Schlotz, W. (2018). Measuring optimal reading experiences: The reading flow short scale. *Frontiers in Psychology, 9*, 2542.

Thissen, B. A., Menninghaus, W., & Schlotz, W. (2021). The pleasures of reading fiction explained by flow, presence, identification, suspense, and cognitive involvement. Psychology of Aesthetics, *Creativity, and the Arts, 15*(4), 710.

Thissen, B. A., Schlotz, W., Abel, C., Scharinger, M., Frieler, K., Merrill, J., ... & Menninghaus, W. (2022). At the heart of optimal Reading experiences: cardiovascular activity and flow experiences in fiction Reading. *Reading Research Quarterly, 57*(3), 831-845.

Ulrich, M., Keller, J., & Grön, G. (2015). Neural signatures of experimentally induced flow experiences identified in a typical fMRI block design with BOLD imaging. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11*(2), 496–507.

Ulrich, M., Keller, J., Hoenig, K., Waller, C., & Grön, G. (2014). Neural correlates of experimentally induced flow experiences. *Neuroimage, 86,* 194-202.

Wang, J., & Tian, H. (2024). Serious leisure and successful aging among elderly air volleyball players: examining the mediating role of social support and flow experience. *Frontiers in Psychology, 15,* 1403373.

Wang, Y., Chen, B., Liu, H., & Hu, Z. (2024). Understanding flow experience in video learning by multimodal data. *International Journal of Human–Computer Interaction, 40*(12), 3144-3158.

Wang, Y., Han, B., Li, M., Li, J., & Li, R. (2023). An efficiently working brain characterizes higher mental flow that elicits pleasure in Chinese calligraphic handwriting. *Cerebral Cortex, 33*(12), 7395-7408.

Wolf, S., Brölz, E., Keune, P. M., Wesa, B., Hautzinger, M., Birbaumer, N., & Strehl, U. (2015). Motor skill failure or flow-experience? Functional brain asymmetry and brain connectivity in elite and amateur table tennis players. *Biological psychology, 105,* 95-105.

Wollseiffen, P., Schneider, S., Martin, L. A., Kerhervé, H. A., Klein, T., & Solomon, C. (2016). The effect of 6 h of running on brain activity, mood, and cognitive performance. *Experimental brain research, 234,* 1829-1836.

Wollseiffen, P., Schneider, S., Martin, L. A., Kerhervé, H. A., Klein, T., & Solomon, C. (2016). The effect of 6 h of running on brain activity, mood, and cognitive performance. *Experimental brain research, 234,* 1829-1836.

Yao, H., Fan, Y., & Duan, S. (2024). The Effect of Mindfulness on the Promotion of Graduate Students' Scientific Research Creativity: The Chain Mediating Role of Flow Experience and Creative Self-Efficacy. *Journal of Intelligence, 12*(3), 24.

Yoshida, K., Sawamura, D., Inagaki, Y., Ogawa, K., Ikoma, K., & Sakai, S. (2014). Brain activity during the flow experience: a functional near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience letters, 573*, 30-34.

Yun, K., Doh, S., Carrus, E., Wu, D. A., & Shimojo, S. (2017). Neural correlates of flow using auditory evoked potential suppression. *arxiv preprint arxiv:*1711.06967.

Experimental induce and assessment of Flow

WANG Xinrui, LIU Chang

(*School of Psychology，Nanjing Normal University，Nanjing 210097，China*)

Abstract： Flow is the state of selflessness and the best experience state that occurs when a person is immersed in flow activity. However, the results of flow have been long questioned by scholars in the field, the fundamental questions in flow research are "how to induce flow" and "measurement of flow". In recent years, significant progress has been achieved in empirical research on flow. For instance, inducing flow through experimental tasks in laboratory settings, considering participants'

autonomous choices in experimental design, or integrating experimental design with electronic games and VR technology to enhance the autotelic experience and intrinsic motivation of participants. Additionally, cultural activities used to induce flow in experiments are potential pathways to flow, though its validity remains to be further verified. Future research on flow should reach a consensus on the concept of flow; optimize from the conditions for inducing flow to the assessment of flow, shifting from the traditional experimental paradigm of skills-demands-compatibility to more intrinsically motivating tasks, and adopt a combination of subjective and objective flow measurement methods for a comprehensive assessment of flow. Finally, focus on the relationship between flow and cognitive performances such as creativity, understanding of the cognitive process of flow.

Keyword: Flow; Skills-demands-compatibility; Attention; Intrinsic motivation; Autotelic experience